

OCENA ZASOBÓW ODNAWIALNYCH W OPARCIU O SYSTEM INFORMACJI GEOGRAFICZNEJ (GIS)

Lesław Janowicz, Grzegorz Kunikowski

Instytut Paliw i Energii Odnawialnej w Warszawie

Streszczenie. Areal obszarów rolniczych i potencjał surowcowy w Polsce znacząco przyczynia się do możliwości wytwarzania energii odnawialnej z biomasy. Na potrzeby tradycyjnego rolnictwa rozwinięto wiele analitycznych narzędzi (modeli) pozwalających dokonywać przestrzenno-ilościowej analizy upraw rolniczych. Znaczna część z nich może być użyta do oszacowania możliwości produkcji biomasy na cele energetyczne w odpowiednio przygotowanych do tego gospodarstwach.

Słowa kluczowe: System Informacji Geograficznej (GIS), model wzrostu, model empiryczno-statystyczny, biomasa

Wstęp

W krajach o znaczącym potencjale rolniczym w szczególności upraw zbożowych obserwuje się wzrost zainteresowania rozwojem wykorzystania biomasy na cele energetyczne. Odpady drzewne, choć dostępne w znaczących ilościach, nie są wystarczająco duże dla zaspokojenia rosnącego popytu. Z drugiej jednak strony nadprodukcja żywności, efekt dużego potencjału rolniczego, staje się coraz większym problemem wspólnotowego rynku rolnego. Alternatywne wykorzystanie ziemi rolniczej na cele związane z produkcją surowców dla energetyki odnawialnej staje się obiecującym sposobem przyszłej dywersyfikacji dochodów rolników.

Zakres pracy

W artykule przedstawiono założenia dla metod i modeli oceny zasobów biomasy, z naciskiem na szacowanie poziomów zbiorów ziarna. Analizy dokonano na podstawie przeglądu literatury oraz prac wykonanych w ramach programu Interreg IIIB pod nazwą „Bałtycka Sieć Biomasy (BBN)”. Omówiono również możliwości ich zintegrowania z Systemami Informacji Geograficznej GIS. Metody oceny produktywności rolnej zostały przeanalizowane w kontekście zastosowań dla upraw jedno i wieloletnich, odbiorców, oraz dostępności i wykorzystania danych.

Omówienie wyników

Metodyka szacowania zdolności produkcyjnej

Wielkość produkcji ziarna jest podstawową wielkością dla szacowania zdolności produkcyjnej. Potencjał produkcji zbożowej może zostać określony z użyciem odpowiednich modeli poprzez wykorzystanie danych statystycznych, oraz pochodzących z obserwacji. Stosowane modele można podzielić na trzy grupy: modele wzrostu, empiryczno-statystyczne i inne [WOFOST 2003].

Modele wzrostu

Modele pozwalające symulować wzrost upraw zbożowych są dobrze rozwiniętą grupą narzędzi. Użycie tej klasy modeli w wielu przypadkach, jest ograniczone z powodu złożoności i ilości danych wejściowych. Przygotowanie szczegółowych danych w sposób zdecydowany wydłuża czas analizy. Łączenie modeli z bazami danych przestrzennych, odpowiednim oprogramowaniem do analizy tychże danych, może zmniejszyć znacząco czas przygotowań wstępnych i tym samym ograniczyć nakłady finansowe [Petersen 2000].

Jednym ze znanych europejskich ośrodków gdzie opracowywane są modele symulujących wzrost roślin jest Instytut Altera przy Uniwersytecie Wageningen w Holandii. W ramach europejskiego projektu monitorowania rolnictwa z wykorzystaniem zobrażeń satelitarnych MARS (*ang. Monitoring of Agriculture with Remote Sensing*) zastosowano ogólny model wzrostu WOFOST, opracowany w Wageningen [WOFOST 2005].

Model symuluje codzienny wzrost roślin poprzez matematyczny opis procesów fotosyntezy i oddychania. Obliczana wielkość plonu jest efektem akumulacji biomasy z uwzględnieniem wpływu warunków klimatycznych i pór roku na procesy wzrostu roślin. Model opisuje cykl rozwoju upraw od wysiania do dojrzewania. Dane meteorologiczne (opady, temperatura, prędkość wiatru, nasłonecznienie, wilgotność) są podstawowymi danymi wejściowymi. Innymi danymi są wilgotność gleby i inne dane glebowe wpływające na transport wody. Rośliny, których plonowanie można symulować to pszenica, kukurydza, jęczmień, ryż, burak, ziemniak, kukurydza, soja, rzepak i słonecznik. W zastosowaniu modelu w projekcie MARS wykorzystane są bazy danych klimatycznych dla Europy.

Należy podkreślić, że model przeznaczony jest zasadniczo dla roślin jednorocznych, stąd w wykluczone jest zastosowanie wieloletnich roślin energetycznych np. wierzby.

Przykładem modelu amerykańskiego jest ALAMANAC (*ang. Agricultural Land Management Alternatives with Numerical Assessment Criteria*), stosowany w pracach Departamentu Rolnictwa (USDA). ALMANAC symuluje proces wzrostu i bilans wodny, włączając proces fotosyntezy, produkcję masy i jej udział w masie ziarna. Wysokość plonu obliczana jest na podstawie współczynnika plonu (*ang. Harvest Index*), przy czym plon (masa ziarna) traktowany jest jako część nadziemna wyprodukowanej masy. Danymi wejściowymi są dane klimatyczne i glebowe. Model stosowany był dla kukurydzy i sorgo, niemniej jednak autorzy podkreślają możliwość zastosowania dla innych roślin [Kiniry (red.) 2002].

Modele empiryczno-statystyczne

Modele empiryczno-statystyczne oparte są na związkach między czynnikami środowiskowymi a poziomem wzrostu zbioru. Stosowane są w wielu analizach i opierają się na wykorzystaniu metod statystycznych. Jest to na przykład zależność pomiędzy wielkością opadów i zdolnością produkcyjną. Inne możliwe relacje to zależność pomiędzy temperaturą i zdolnością produkcyjną albo absorpcją światła i zdolnością produkcyjną.

Słabość tych modeli w większości związana jest z brakiem fizycznego wyjaśnienia korelacji pomiędzy badanymi czynnikami bez względu na ilość i jakość danych wykorzystanych w analizie [WOFOST 2003]. Empiryczny charakter tej grupy metod nakłada ograniczenie do symulacji upraw znanych i obecnych na danym obszarze.

Silną stroną modelu jest łatwość stosowania, możliwość wykorzystania do ogólnych analiz, a przy dostępie do danych statystycznych zastosowanie do analiz wielkoobszarowych.

Inne modele - metodyka stref agroklimatycznych

Metoda AEZ (*ang. Agro-Ecological Zoning*) klasyfikuje warunki agro-klimatyczne pod kątem ich przydatności dla analizowanych upraw. Metodyka została opracowana w austriackim Międzynarodowy Instytucie Stosowanych Analiz Systemowych IIASA i jest szeroko stosowana przez Organizację Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), do ocen i prognoz światowej produkcji żywności. Metoda bazuje na systematycznej analizie warunków agro-klimatycznych i przyporządkowaniu stopnia przydatności dla rozpatrywanych upraw. Metoda posiada zatem cechy modeli empiryczno-statystycznych.

Należy zwrócić uwagę na wykorzystaniu metodyki do oceny potencjału produkcyjnego dla upraw alternatywnych, np. miskanta, wierzby i topoli [Fisher (red.) 2005]. W odróżnieniu do opisanych modeli wzrostu analizowano rośliny wieloletnie, ponadto takie gatunki, które nie są powszechnie uprawiane.

Założenia do modeli szacowania potencjału zbioru ziarna i biomasy

Formułując założenia dla szacowania potencjalnych wielkości plonu ziarna należy zwrócić uwagę na podstawowe uwarunkowania:

Rozróżnienie upraw jednorocznych i wieloletnich

Uprawy jednoroczne mogą być analizowane w sposób szczegółowy. Z powodzeniem można sięgać do istniejącej wiedzy i danych (modele empiryczno-statystyczne), jak i gotowych narzędzi (np. opisywane modele wzrostu). Dla upraw wieloletnich (np. wierzby *Salix*) sytuacja wygląda inaczej. Brakuje modeli wzrostu w cyklu wieloletnim, które bazują na symulacji procesów rozwoju roślin. Możliwość stosowania różnych cykli zbioru (zbiór każdego roku, lub na przykład, co 3 lata) dodatkowo komplikuje analizę.

Praktyczne doświadczenia dla upraw alternatywnych

Cechą charakterystyczną dla upraw alternatywnych jest ich pionierski charakter. Doświadczenia krajowe ograniczone są do poletek doświadczalnych i praktycznych doświadczeń z kilku lat upraw wierzby na większą skalę. Pozostaje wiele kwestii niezbadanych, jak

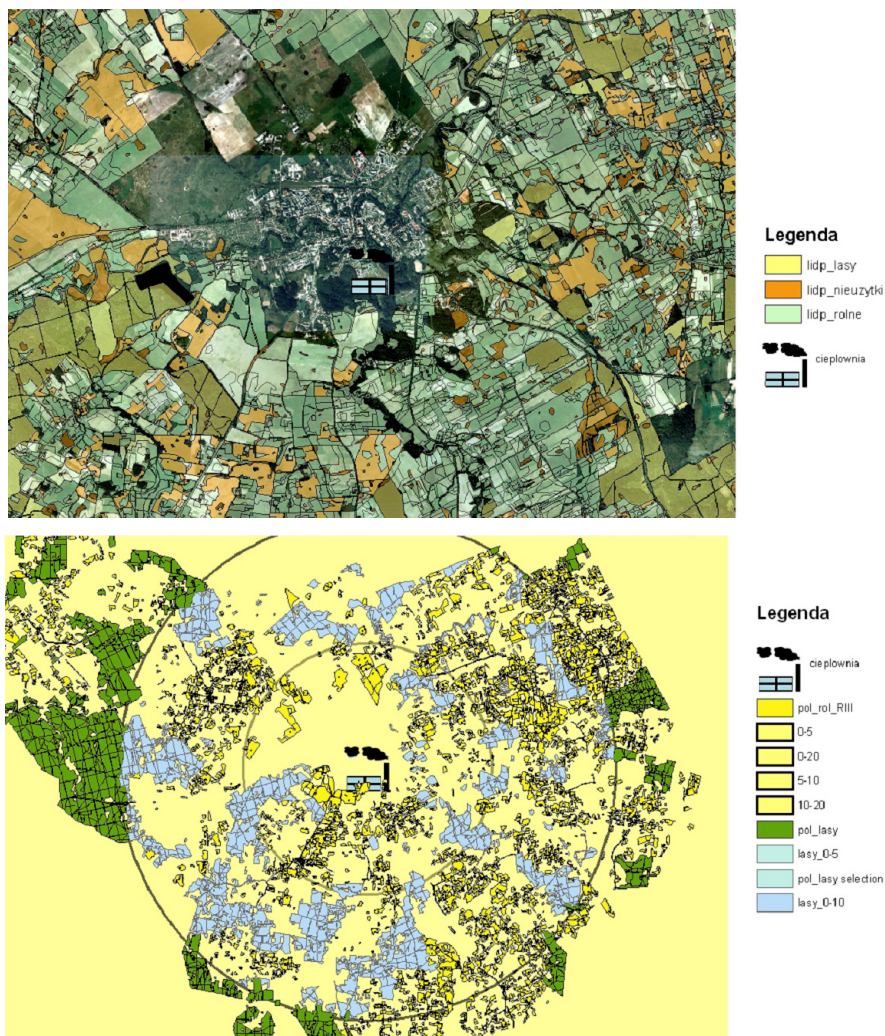
planowanie w danych warunkach agro-klimatycznych Polski, czy też dobór optymalnych rodzajów upraw spośród obecnych na rynku wierzby, topoli, miaskanta czy innych. Patrząc na metodyki rekomendowane są modele empiryczno-statystyczne dla roślin wieloletnich, w przypadku roślin jednorocznych – stosowane mogą być oba rodzaje podejść. W niektórych przypadkach modele wzrostu mogą być wręcz wskazane, na przykład dla oceny produktywności rzepaku, gdzie jak wiemy rosnące zapotrzebowanie i opłacalność może powodować zainteresowanie zwiększeniem areалу.

Cel i odbiorcę analizy

Charakter modeli w wyraźny sposób dopasowuje się do poziomów analiz. W mniejszej skali, na tzw. poziomie gospodarstwa (*ang. farm level*) właściwe będą modele wzrostu. Modele statystyczno-empiryczne rekomenduje się do analiz szerszych, w szczególności do planowania strategicznego zarówno na poziomie krajowym (tworzenia mechanizmów wsparcia, czy oceny zasobności w surowiec przy definiowaniu długofalowych celów ilościowych), jak i lokalnym – przy określaniu strategicznych celów regionalnych (np. planowanie energetyczne w gminach, czy regionalne programy rozwoju rynku biomasy). Patrząc na odbiorcę analizy należy zwrócić uwagę na jego potrzeby. Odbiorca indywidualny będzie stawiał pytania o wykonalność i opłacalność. Na pierwsze pytanie odpowiedź mogą dać modele wzrostu, badania prowadzone w instytutach badawczych, przy czym podkreślić należy, że informacją, również ekonomiczną, powinny dysponować powołane do tego instytucje (np. Ośrodki Doradztwa Rolniczego). W przypadku odbiorcy instytucjonalnego potrzeba będzie dotyczyć w pierwszej kolejności ogólnych informacji o możliwościach produkcyjnych regionu. Będzie to wyższy poziom niż poziom gospodarstwa, poziom administracyjny - od gminy po kraj. W tym przypadku rekomendowane są modele empiryczno-statystyczne.

Dostępność danych

W ostatnich latach nastąpił ogromny postęp w zakresie tworzenia baz danych i narzędzi analitycznych. Szczególnie przydatne będą dane przestrzenne, które z powodzeniem mogą zasilać zarówno model empiryczno-statystyczne, jak i modele wzrostu. Nieuporządkowana dotychczas kwestia zasad dostępności może być przeszkodą, niemniej jednak rozwijane dane europejskie porządkują krajowe systemy gromadzenia i udostępniania danych. Innymi słowy możliwe jest na dzień dzisiejszy korzystanie z dość dokładnych danych przestrzennych europejskich. Rozwiązuje to sprawę analiz o większej skali np. dla województwa bądź kraju. Poziom dokładniejszy – powiatów i gmin pozostają kwestią, póki co – prawnie w praktyce nierozwiązaną, zarówno od strony dostępności do danych, jak i kompetencji i obowiązków planistycznych (wystarczy wspomnieć o gminnych planach zagospodarowania przestrzennego). Mówiąc o danych doświadczalnych, w kontekście upraw alternatywnych znaczenia nabierają wyniki eksperymentów polowych. W sytuacji braku praktycznych doświadczeń należy wyjść od danych doświadczalnych, które przy zastosowaniu opisywanych metodyk, mogą być „rozciągane” na większe obszary.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 1. Selekcja użytków leśnych i rolniczych w odległości do 10 km od ciepłowni

Fig. 1. Selection of forest grounds and agricultural land situated at a distance of less than 10 km from the heat-generating plant

Integracja z Systemami Informacji Geograficznej (GIS)

Geograficzne Systemy Informacyjne (GIS) (ang. Geographical Information System) to pojęcie szerokie. Duża ilość definicji w literaturze wynika z interdyscyplinarnego charakteru oraz szerokiego pola zastosowań. Magnuszewski definiuje GIS jako „... system kompu-

terowy przeznaczony do przetwarzania i analizy danych geograficznych. Dane geograficzne to wszelkie dane przestrzenne, w których ważna jest nie tylko wielkość zmiennej, ale także jej położenie w przestrzeni...” [Magnuszewski 1999]. W Polsce funkcjonuje kilka nazw np. System Informacji o Terenie (SIT), System Informacji Przestrzennej (SIP) itd., w zależności od obszaru zastosowań (geografia, geodezja), jak również w zależności od skali zastosowania.

Niezwykle ważną cechą użytkową systemów GIS są możliwości techniczne. Krótko mówiąc mapy cyfrowe są bazami danych, które oprócz informacji mają atrybuty przestrzenne, tj. typ obiektu (punkt, linia, poligon) wraz z jego konkretną lokalizacją. Oprogramowanie GIS umożliwia łączenie danych przestrzennych z innymi obiektami. Mogą to być bazy danych klimatycznych, gromadzone w formie tabel, czy różnego rodzaju model – ekonomiczne, transportowe, a w omawianym przypadku modele empiryczno-statystyczne czy też modele wzrostu.

Różnorodność modeli, ich charakteru, celu oraz struktury nie pozwala w sposób uniwersalny zdefiniować relacji z danymi przestrzennymi, choć warto wskazać na kierunki przepływu danych, tj:

- zasilanie modeli zewnętrznych danymi GIS, np. do modelu wzrostu dostarczane są dane o właściwościach gleby w danej lokalizacji, czy też dane klimatyczne,
- wizualizacja wyników symulacji na mapie,
- ekstrapolacja wyników modelowania na większe obszary, np. ekstrapolacja danych z doświadczeń polowych na inne obszary, na podstawie korelacji (podobieństwa) warunków agro-klimatycznych.

Przykładem krajowym wykorzystania systemów GIS mogą być prace prowadzone w IUNG (Instytut Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa), np.: model agroklimatu [IUNG 2002], system wspomagania decyzji w uprawach roślin [IUNG 2005].

Podsumowanie

Korzyści wypływające z wykorzystania danych przestrzennych wynikają z możliwości analitycznych, które dają systemy GIS. Począwszy od systemów prognozowania plonów w perspektywie danego sezonu, jak i analiz potencjału produkcyjnego. Szczególnie obiecującym kierunkiem integracji systemów GIS, jest kompleksowa symulacja systemu produkcji bioenergii. Odbiorcą bezpośrednim takich analiz jest producent zielonej energii (przy czym może rozpatrywać zarówno spalanie jak i produkcję biopaliw płynnych), który jest żywo zainteresowany bazą surowcową. W sposób pośredni analizy będą wpływać na producentów surowca, tj rolników, stających się uczestnikami rynku biomasy (biopaliw). Oprócz dostępności surowca, system GIS może wspierać procesy decyzyjne związane z łańcuchem dostaw. W tym przypadku integracja odbywa się poprzez modele ekonometryczne i optymalizacyjne wykorzystujące np. metody badań operacyjnych.

Bibliografia

- Fisher G.** (red.) 2005. Biomass potentials of miscanthus, willow and poplar: results and policy implementations for Eastern Europe. Northern and Central Asia. Biomass and Bioenergy. 28. s. 119-132.
- IUNG. 2002. Model agroklimatu. Dostępny w internecie. <http://www.zazi.iung.pulawy.pl/>
- IUNG. 2005. System wspomagania decyzji w uprawach roślin. Dostępny w internecie. <http://www.ipm.iung.pulawy.pl/start.asp>
- Kiniry J.R.** (red.) 2002. User Guide and References. Manual for the Agricultural Land Management with Numerical Assessment Criteria Model. USDA-ARS. Grassland. Soil and Water Research Laboratory Temple. TX2002.
- Magnuszewski A.** 1999. GIS w geografii fizycznej. PWN. ISBN 83-01-12696-5.
- Petersen G.W.** 2000. The Use of Soil Databases in Resource Assessments and Land Use Planning, Handbook of Soil Science. CRC Press.
- WOFOST. 2005. Land use system analysis. Dostępny w internecie. <http://www.alterra.wur.nl/UK/research/Specialisation+Soil+Science/LU/LSA/default.htm>
- VIEWLS. 2003. Methodology and Data Requirement for Regional Biomass Potential Assessment in the CEEC. Interim project report.

ESTIMATION OF RENEWABLE RESOURCES BASED ON A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

Abstract. The area of agricultural land and the raw material potential in Poland significantly contribute to the possibility of producing renewable energy from biomass. For the needs of traditional agriculture many analytical tools (models) have been developed. They make it possible to perform spatial and quantitative analyses of crops. A lot of them can be used to estimate the possibility of producing biomass for energetic purposes on farms especially prepared for that.

Key words: Geographic Information System (GIS), growth model, empirical statistical model, biomass

Adres do korespondencji:

Lesław Janowicz; e-mail: ljanowicz@ecbrec.pl
Instytut Paliw i Energii Odnawialnej
ul. Jagiellońska 55
03-301 Warszawa